

Partial Translation of  
Japanese Patent Application Laid Open  
Publication No. 9-249083

[ 0067 ] As is described above, according to the present embodiment, an automobile running, for example, on a road in a town can detect a moving object crossing the front area of an automobile and determine whether the moving object is a person, an automobile, or others. An automobile can take any kind of different movements, according to the detected moving object. For example, when the moving object is a person, whose speed of the movement is relatively slow, the automobile can deaccelerate its speed or once stop, or issue an alarm, which results in a safe drive of an automobile.

[ 0068 ] The present invention is not limited to the above embodiment, but can be modified into the following variations.

(1) In the above embodiment, time-series images are obtained by using one camera. However, two or more cameras may be provided, for example, to be in a stereoscopic structure, to discriminate a moving object based on a plurality of time-series images. In doing so, information on the distance to the moving object can be analyzed, which improves the accuracy in detection and discrimination of the moving object.

(2) In the above embodiment, a moving object is discriminated based on the first principal component and contribution ratio, both of which are obtained by principal component analysis. However, either first principal component or contribution ratio is enough to discriminate the moving object, which attains high speed processing.

(3) In the above embodiment, a moving object is discriminated based on a result of the principal component analysis. However, either or both of the mean value and the distribution value of the flow direction are enough to discriminate the moving object.

(4) In the above embodiment, the principal analysis is conducted for the lightness and flow direction at the detection point. However, principal component analysis for flow direction and flow length is also applicable. In case of discrimination between a person and an automobile, a person expands widely in the characteristic space since it is constituted of an aggregation of rigid bodies, while an automobile less expands in the characteristic space since it is constituted of a single rigid body with constant values in the flow length and the flow direction.



(19)

(11) Publication number: 09249083 A

Generated Document

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 08059761

(51) Int'l. B60R 21/00 G06T 7/20 G08G 1/04 H04N  
CI.: 7/18

(22) Application date: 15.03.96

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 22.09.97

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(72) Inventor: WATANABE MUTSUMI  
TAKEDA NOBUYUKI  
ONOGUCHI KAZUNORI

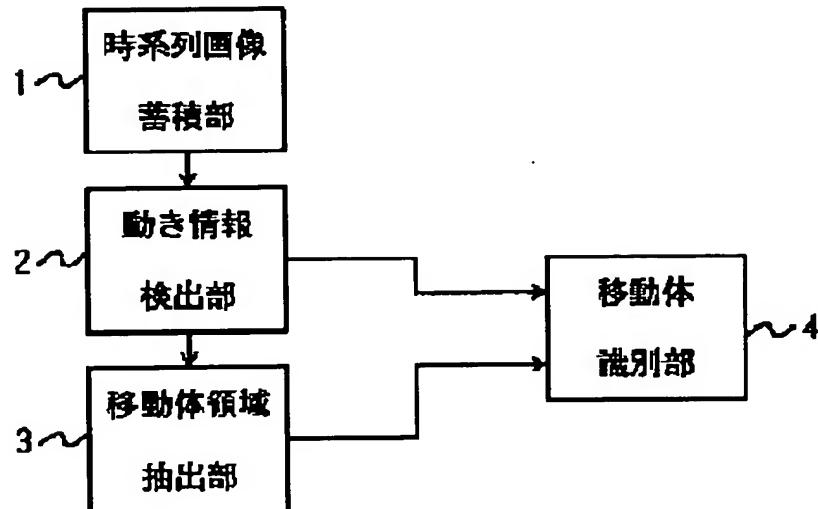
(74) Representative:

### (54) MOVING OBJECT IDENTIFYING DEVICE AND METHOD THEREOF

#### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable a moving object to be identified simply and stably without depending upon the shape information of the moving object by identifying the moving object based on the movement information detected from a time series image.

**SOLUTION:** In a time series image storage unit 1, the road area in the advancing direction of an automobile is imaged, and the acquired image is output as a time-series image to a movement information detection unit 2. In the movement information detection unit 2, the time-series image is converted to the digital signal, and the movement information existing in each local area is detected as a unit of local areas. In a moving object area extraction unit 3, based on the movement information detected in the movement information detection unit 2, an area in which the moving object is projected during an image is extracted. In a moving object identification unit 4, based on the extraction results of the moving object, the inside of the area in which the moving object is extracted or the movement information including the neighboring area thereof is analyzed, and whether or not the moving object is targeted to be identified is judged.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-249083

(43)公開日 平成9年(1997)9月22日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 60 R 21/00	620		B 60 R 21/00	620Z 620C
G 06 T 7/20			G 08 G 1/04	D
G 08 G 1/04			H 04 N 7/18	D
H 04 N 7/18			G 06 F 15/70	410
			審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 13 頁)	

(21)出願番号 特願平8-59761

(22)出願日 平成8年(1996)3月15日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 渡辺 駿

大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(72)発明者 武田 信之

大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(72)発明者 小野口 一則

大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

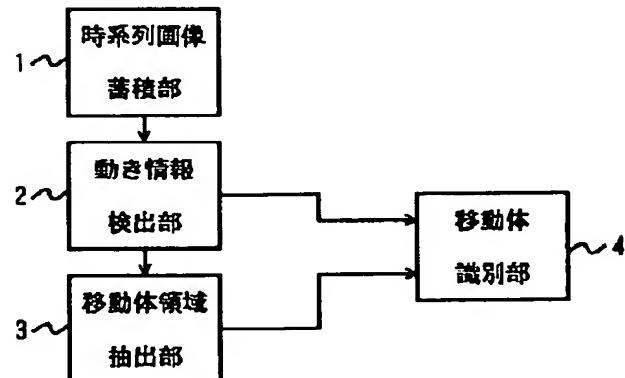
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 移動体識別装置および方法

(57)【要約】

【課題】移動体の形状情報に依存することがなく、簡便に安定して移動体の識別をすることができる移動体識別装置および方法を提供する。

【解決手段】撮像装置によって時系列画像を取得する時系列画像蓄積部1と、この時系列画像に基づいて、任意の画像中における所定の複数の位置について画像間における動き情報を検出する動き情報検出部2と、検出された動き情報に基づいて、所定の動き情報と異なる動き情報に対応した任意の画像中における領域を移動体領域として抽出する移動体領域抽出部3と、少なくとも抽出された移動体領域に含まれる複数の位置について検出された動き情報に基づいて、移動体領域に存在する移動体を識別する移動体識別部4とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】入力した時系列画像に基づいて、任意の画像中における所定の複数の位置について画像間における動き情報を検出する動き情報検出手段と、検出された前記動き情報に基づいて、所定の動き情報と異なる動き情報に対応した前記任意の画像中における領域を移動体領域として抽出する移動体抽出手段と、少なくとも抽出された前記移動体領域に含まれる複数の位置について検出された前記動き情報に基づいて、前記移動体領域に存在する前記移動体を識別する移動体識別手段とを備えたことを特徴とする移動体識別装置。

【請求項2】移動中の撮像装置により撮像された静止物体の画像を含む時系列画像中に現れる移動体を識別する移動体識別装置において、

入力した時系列画像における任意の時点の画像と該任意の時点の画像に後続する画像のうちの所定の画像とを、所定の画素点を中心とした所定の大きさの局所領域単位に比較して、該任意の時点の画像中で選択された複数の画素点について動き方向を少なくとも検出する動き情報検出手段と、前記任意の時点の画像を予め設定された大きさの小領域に分割し、各小領域ごとに、該小領域に含まれる画素点について検出された前記動き方向を元に動き中心点の位置およびその推定残差を求め、予め定められたしきい値より大きい推定残差を持つ小領域を、前記任意の時点の画像中において移動体が存在する移動体領域として抽出する移動体抽出手段と、

抽出された前記移動体領域または前記移動体領域を含む近傍領域に含まれる画素点について検出された前記動き方向の分布に少なくとも基づいて、前記移動体領域に存在する前記移動体を識別する移動体識別手段とを備えたことを特徴とする移動体識別装置。

【請求項3】前記動き情報検出手段は、前記任意の時点の画像中の各画素点を中心とした所定の大きさの局所領域における明度の分散値をそれぞれ算出し、該明度の分散値が予め設定されたしきい値よりも大きい値を持つ画素点を選択して前記動き方向を少なくとも検出することを特徴とする請求項2に記載の移動体識別装置。

【請求項4】前記動き情報検出手段は、前記任意の時点の画像中で選択された画素点を中心とする所定の大きさの第1の局所領域と、前記任意の時点の画像に後続する画像中で前記任意の時点で選択された画素点に相対応する画素点を中心とする所定の大きさの第2の局所領域に含まれる各画素点を中心とする所定の大きさの第3の局所領域との相関値をそれぞれ算出し、該相関値が最大となる前記任意の時点の画像に後続する第3の局所領域に含まれる画素点に基づいて、前記任意の時点の画像中で選択された画素点における前記動き情報を検出することを特徴とする請求項2に記載の移動体識別装置。

【請求項5】前記移動体識別手段は、前記動き方向の分

布に前記撮像装置の移動方向と直交する特定の方向の成分が含まれるか否かを識別基準として持つことを特徴とする請求項2に記載の移動体識別装置。

【請求項6】前記移動体識別手段は、少なくとも前記動き方向を所定個数の説明変量のうちの一つとして統計分析を行い、この結果から得られる前記動き情報の分布と予め設定されている動き情報の分布とを比較することで前記移動体の識別を行うことを特徴とする請求項2に記載の移動体識別装置。

【請求項7】前記移動体識別手段は、前記統計分析として前記所定個数の説明変量に対する主成分分析を行い、この結果から得られる第一主成分の方向および寄与率の少なくとも一方を前記動き情報の分布として用いることを特徴とする請求項6に記載の移動体識別装置。

【請求項8】移動中の撮像装置により撮像された静止物体の画像を含む時系列画像中に現れる移動体を識別する移動体識別方法において、

入力した時系列画像における任意の時点の画像と該任意の時点の画像に後続する画像のうちの所定の画像とを、所定の画素点を中心とした所定の大きさの局所領域単位に比較して、該任意の画像中で選択された複数の画素点について動き方向を少なくとも検出し、前記任意の時点の画像を予め設定された大きさの小領域に分割し、各小領域ごとに、該小領域に含まれる画素点について検出された前記動き方向を元に動き中心点の位置およびその推定残差を求め、予め定められたしきい値より大きい推定残差を持つ小領域を、前記任意の時点の画像中において移動体が存在する移動体領域として抽出し、

抽出された前記移動体領域または前記移動体領域を含む近傍領域に含まれる画素点について検出された前記動き方向の分布に少なくとも基づいて、前記移動体領域に存在する前記移動体を識別することを特徴とする移動体識別方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば知的画像監視、自律自動車、知能作業ロボットなどに適用される移動体識別装置および方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、集積化技術の進歩によって、TVカメラなどの画像センサや画像処理に適用される処理プロセッサ等が小型化かつ高機能化している。これに伴って、例えばTVカメラを画像センサとして利用する知的画像監視装置、または操縦者を必要とせずに自動動作を可能とする自律自動車、知能作業ロボットなどの実用化に向けて、従来から様々な研究が活発に行われている。

【0003】このような知的画像監視装置、自律自動車もしくは知能作業ロボットにおいては、時々刻々変化する時系列画像を処理して、画像に投影されている人間や

自動車などの移動体を抽出し、これに応じて警報や障害物回避などの指令を発生することが不可欠であり、この実現のために従来から様々な方法が提案されている。

【0004】例えば固定カメラを用いて画像を取得する場合、取得された画像のフレーム間差分を取ることにより移動体を抽出する方法、または取得された画像と予め取得しておいた移動体が存在しない背景画像との差分を取ることにより移動体を抽出する方法などが提案されている。

【0005】また、移動カメラを用いて画像を取得する場合、取得された時系列画像から例えば画像の局所領域単位の動きである各画素点のオプティカルフローを検出し、これらオプティカルフローを解析することにより移動体を抽出する方法が提案されている。

【0006】ここで、このような時系列画像の処理方法を用いて移動体を抽出した後、例えばこの移動体が人間であるか自動車であるかといったように、検出された移動体の種類を識別することができれば、例えば知的画像監視においては人間以外に対する警報の誤り等を低減することが可能となり、自律移動車においては例えば前方を人間が通過したときに減速もしくは回避等を切り替えて行うなどの高度な制御が可能となり、その実用的価値は非常に高いと考えられる。

【0007】一方、例えばビデオテープ等の蓄積媒体に記録された画像を処理する分野においては、蓄積された動画像などを編集処理することによって、画像から人物などの特定の物体を切り出すといった研究が盛んであり、特にこのような画像処理を自動化することが強く望まれている。

【0008】ところで、上述したような従来の時系列画像の処理方法では移動体等の物体を抽出することに留まっている。ここで、従来の時系列画像の処理方法で移動体の識別を行うには、例えば移動体を含む領域内の明度を解析したり、移動体の輪郭エッジ等の形状情報を抽出して予め設定された移動体のモデル等の形状情報を照合するなどの処理が必要となる。しかし、このような処理は複雑であり膨大な処理時間がかかるという問題ある。

【0009】また、このように移動体の形状情報に基づいて識別を行おうとする場合、移動体の抽出処理において例えば移動体を含む領域の一部が欠落したり、移動体と背景領域の一部とが接合するなどして移動体の抽出が正確に行えないときは、その認識成功率が大幅に低下してしまう。

【0010】さらに、例えば自律自動車のように画像を取得する視点が移動する場合、移動体と背景領域との干渉（隠れ）や、移動中の姿勢の推移による見え方の変化などによって移動体の形状情報を安定に得ることが難しいため、従来の時系列画像の処理方法では識別がより困難になるという問題もある。以上のような理由により、

従来の時系列画像の処理方法に基づいて移動体の識別を行う移動体識別装置の実用化は困難であった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来から提案されている時系列画像の処理方法では移動体の抽出をするのみであり、さらに移動体を識別しようとする場合、移動体の輪郭エッジ等の形状情報を解析するなどの膨大な処理時間が必要であり、また移動体の形状情報を正確かつ安定して得ることができない場合は、認識成功率が大幅に低下してしまうという問題があった。

【0012】本発明は上記事情を考慮してなされたもので、移動体の形状情報に依存することなく、簡便に安定して移動体の識別をすることができる移動体識別装置および方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明は、入力した時系列画像に基づいて、任意の画像中における所定の複数の位置について画像間における動き情報、例えば画像中の局所領域単位の動きであるオプティカルフローを検出する動き情報検出手段と、検出された動き情報に基づいて、所定の動き情報と異なる動き情報に対応した任意の画像中における領域を移動体領域として抽出する移動体抽出手段と、少なくとも抽出された移動体領域に含まれる複数の位置について検出された動き情報に基づいて、移動体領域に存在する移動体を識別する移動体識別手段とを備えている。

【0014】本発明の一つの態様では、移動中の撮像装置により撮像された静止物体の画像を含む時系列画像中に現れる移動体を識別する移動体識別装置において、入力した時系列画像における任意の時点の画像とこの任意の時点の画像に後続する画像のうちの所定の画像とを、所定の画素点を中心とした所定の大きさの局所領域単位に比較して、任意の時点の画像中で選択された複数の画素点について動き方向を少なくとも検出する動き情報検出手段と、任意の時点の画像を予め設定された大きさの小領域に分割し、各小領域ごとに、小領域に含まれる画素点について検出された動き方向を元に動き中心点の位置およびその推定残差を求め、予め定められたしきい値より大きい推定残差を持つ小領域を、前記任意の画像中において移動体が存在する移動体領域として抽出する移動体抽出手段と、抽出された移動体領域または移動体領域を含む近傍領域に含まれる画素点について検出された動き方向の分布に少なくとも基づいて、移動体領域に存在する前記移動体を識別する移動体識別手段とを備えている。

【0015】ここで、動き情報検出手段は、任意の時点の画像中の各画素点を中心とした所定の大きさの局所領域における明度の分散値をそれぞれ算出し、この明度の分散値が予め設定されたしきい値よりも大きい値を持つ画素点についてのみ動き情報を検出することが望まし

【0016】ここで、動き情報検出手段は、任意の時点の画像中の各画素点を中心とした所定の大きさの局所領域における明度の分散値をそれぞれ算出し、この明度の分散値が予め設定されたしきい値よりも大きい値を持つ画素点についてのみ動き情報を検出することが望まし

【0017】ここで、動き情報検出手段は、任意の時点の画像中の各画素点を中心とした所定の大きさの局所領域における明度の分散値をそれぞれ算出し、この明度の分散値が予め設定されたしきい値よりも大きい値を持つ画素点についてのみ動き情報を検出することが望まし

【0018】ここで、動き情報検出手段は、任意の時点の画像中の各画素点を中心とした所定の大きさの局所領域における明度の分散値をそれぞれ算出し、この明度の分散値が予め設定されたしきい値よりも大きい値を持つ画素点についてのみ動き情報を検出することが望まし

く、これらの動き情報は、選択された画素点を中心とする所定の大きさの第1の局所領域と、任意の時点の画像に後続する画像中で任意の時点で選択された画素点に相対する画素点を中心とする所定の大きさの第2の局所領域に包含される各画素点を中心とする所定の大きさの第3の局所領域との相関値をそれぞれ算出し、この相関値が最大となる任意の時点の画像に後続する第3の局所領域に包含される画素点に基づいて検出されることが望ましい。

【0016】また、移動体識別手段は、動き方向の分布に撮像装置の移動方向と直交する特定の方向の成分が含まれるか否かを識別基準として持ち、少なくとも動き方向を所定個数の説明変量のうちの一つとして、例えば各画素点の明度およびオブティカルフロー方向、各画素点のオブティカルフロー方向およびオブティカルフロー長さなどを説明変量とした統計分析、例えばこれらの説明変量に対する主成分分析を行い、この統計分析の結果、例えば第一主成分の方向および寄与率を用いて動き情報の分布を生成し、この動き情報の分布と予め設定されている動き情報の分布とを比較することで移動体の識別を行うことが望ましい。

【0017】このように本発明においては、時系列画像に基づいて画像の各画素点における動き方向などの動き情報を検出し、例えば主成分分析などの統計分析によって各画素点の動き情報の分布等を算出して、この動き情報の分布等と予め設定されている人間および自動車などの動き情報の分布等とを比較することによって移動体を識別する。つまり、移動体の検出に用いた動き情報をさらに解析することで移動体の識別を行っている。すなわち、従来のように移動体の形状情報を解析する必要がなくなるので、識別を高速に行うことが可能になる。

【0018】また動き情報の分布は、例えば人間および自動車など移動体の種類によって大きく異なる。従つて、仮に移動体の抽出処理によって移動体を含む領域の一部が欠落したり、移動体と背景領域との一部が接合するなどして、移動体の形状情報が安定に得られない場合でも、主成分分析などの統計分析によって動き情報の分布等を解析すれば、移動体の抽出に伴う形状情報の損失等の影響を受けずに、安定して移動体の識別を行うことが可能になる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態に係る移動体識別装置の構成を示すブロック図である。この移動体識別装置は自律自動車、知的作業ロボット、知的画像監視装置等に適用されるものである。なお以下では、この移動体識別装置を自律自動車に登載して、自律自動車の前方を横切る移動体を検出し、さらに識別対象（例えば人間もしくは自動車）とする移動体を個別に識別する場合を例として具体的に説明する。

【0020】図1に示されるように、この移動体識別装

置は、時系列画像蓄積部1、動き情報検出部2、移動体領域抽出部3、および移動体識別部4を有している。ここで、時系列画像蓄積部1は例えばTVカメラ等の撮像装置を備えており、ここでは1つの撮像装置を自律自動車の天井もしくはフロント部に取り付けて、移動中の自律自動車から進行方向の道路領域を撮像することを考える。

【0021】以下、本実施形態の動作について図2に示すフローチャートを参照して説明する。時系列画像蓄積部1は、自律自動車の進行方向の道路領域を撮像し、取得された画像を時系列画像として動き情報検出部に出力する。（ステップS1）。

【0022】動き情報検出部2は、この時系列画像をデジタル信号に変換すると共に、時系列画像の変化を解析することにより局所領域を単位として、各局所領域に存在する動き情報をそれぞれ検出する（ステップS2）。

【0023】移動体領域抽出部3は、動き情報検出部2において検出された動き情報に基づいて、画像中で移動体（識別対象以外の物体を含む）の投影されている領域を抽出する（ステップS3）。

【0024】移動体識別部4は、移動体領域抽出部3による移動体の抽出結果に基づいて、移動体が抽出された領域の内部あるいは移動体が抽出された領域を含む近傍領域に含まれる動き情報を解析し、投影されている移動体が識別対象（例えば人間もしくは自動車）であるかを判定し、識別対象が検出されるまで上記ステップS1～S3を繰返す（ステップS4）。

【0025】識別対象とする移動体が検出された場合、さらに移動体識別部4はこの移動体の識別（例えば人間であるか自動車であるか）を行い、この識別結果に基づいて所定の処理を行った後、ステップS1に戻って処理を繰り返す（ステップS5）。

【0026】次に、図1の各部について詳細に説明する。図3は、図1中の動き情報検出部2の構成を示すブロック図である。動き情報検出部2は、候補点抽出部21、局所相関値計算部22、最大相関点検出部23、オブティカルフロー計算部24、オブティカルフローメモリ25を有している。以下、動き情報部検出部2の動作について図4に示すフローチャートを参照して説明する。

【0027】候補点抽出部21は、入力される時系列画像に基づいて、画像の各画素点のうち画像の局所領域単位の動きである後述のオブティカルフローが十分信頼して抽出できる画素点をそれぞれ候補点として検出し、これら候補点の位置を相関値計算部22およびオブティカルフロー計算部24に順次出力する（ステップS21）。

【0028】具体的には候補点抽出部21は、識別対象の種類および大きさに基づいて予め定められる定数Kに

よって画像の各画素点を中心として  $K$  画素  $\times$   $K$  画素の局所マスク領域を設定し、画像において移動体が投影される可能性のある領域全体についてこの局所マスク領域内の明度の分散値をそれぞれ計算して、この分散値が予め設定されたしきい値よりも大きい画素点のみを候補点として検出し、その位置を順次出力する。

【0029】つまり、明度の分散値が小さい画素点は画像中で明度が平坦な部分領域に属しているため、このような画素点で後述するオプティカルフローの抽出を行った場合、その信頼度が大幅に低下すると考えられるので、このような画素点は予め排除しておくことが望ましい。

【0030】局所相関値計算部22は、候補点抽出部21から出力される複数の候補点の位置に基づいて、時系列画像における全ての候補点について、時系列で任意の時点における画像中の候補点  $P(x_i, y_i)$  ( $i = 1 \sim L$ ,  $L$  : 任意の時点における画像中の候補点の数) を\*

$$\frac{\sum_{x, y} \sum_{k, l} I(x, y) J(x - k, y - l)}{\sqrt{\sum_{x, y} I(x, y)^2} \sqrt{\sum_{x, y} J(x, y)^2}}$$

【0032】最大相関点検出部23は、局所相関値計算部22において計算された複数の相関値に基づいて、各候補点  $P(x_i, y_i)$  に対して相関値が最大となる次時点の画像における対応点を最大相関点  $Q(x_o, y_o)$  として検出し、これらの位置をオプティカルフロー計算部24に順次出力する（ステップS23）。

【0033】オプティカルフロー計算部24は、候補点  $P(x_i, y_i)$  から最大相関点  $Q(x, y)$  までの動きベクトル（以下、フローベクトルと称する） $(V_x, V_y) = (x_o - x_i, y_o - y_i)$  を計算し（ステップS24）、このフローベクトルの値を候補点  $P$  におけるオプティカルフローの値として、候補点  $P$  の位置と共にオプティカルフローメモリ25に書き込む（ステップS25）。

【0034】ところで、上述したように本実施形態では、直進中の自律自動車に登載された撮像装置によって時系列画像が得られる。このように観測系が直進する場合、画像における特定の領域に着目すると、この領域に含まれる各画素点のオプティカルフローが画像中の共通の一点（以下、動き中心点）から湧き出しているように検出されることがある。この動き中心点は、例えば着目した領域に含まれる各画素点のオプティカルフローを延長した直線の交点として求めることができる。

【0035】例えば、画像において移動体が存在しない背景のみの領域（以下、静止領域）における動き中心点は、理想状態では観測系の移動方向によって定まる固定点となり、この固定点は特に動きの無限遠点、消失点、またはF. O. E (focus of expansion) と呼ばれる。具体的には、観測系の三次元空間における速度成分を

\* 中心とする  $M$  画素  $\times$   $M$  画素の局所マスク領域と、この任意の時点の画像に後続する時点、例えば時系列で次時点となる隣接フレームにおける画像中の候補点  $P(x_i, y_i)$  の周囲の  $N$  画素  $\times$   $N$  画素の近傍領域内部に存在する各画素点（以下、対応点と称する）を中心とした  $M$  画素  $\times$   $M$  画素の各局所マスク領域との間の相関値をそれぞれ計算し、これら対応点の位置および相関値を最大相関点検出部23に順次出力する（ステップS22）。なお、 $M$  の値は検出しようとする移動体の種類および大きさに基づいて設定される定数であり、 $N$  の値は移動体の速度に基づいて設定される定数である。ここで、任意の時点の画像中の候補点およびその時点に後続する画像中の対応点の明度値を、それぞれ  $I(x, y)$ 、 $J(x, y)$  として示すと、相関値は以下の式で計算される。

【0031】

【数1】

$(U, V, W)$  とすると、静止領域における動き中心点の座標は  $(U/W, V/W)$  となる。

【0036】一方、画像において観測系の移動方向とは異なる方向および速度で移動する移動体における動き中心点は、理想状態では移動体の移動方向によって定まり、静止領域における動き中心点とは異なる一点となる。

【0037】なお、観測系に回転運動が含まれる場合、オプティカルフローは直進による成分と回転による成分の和となる。この場合、回転運動による成分は距離に依存しない一定値であることから、例えばジャイロなどの姿勢センサを用いて回転運動の成分を推定して、この成分を各画素点のオプティカルフローから減算することで動き中心点を推定することができる。

【0038】図5は、このようにして画像のオプティカルフローから動き中心点を推定した例であり、(a) は取得された画像を示し、(b), (c) はそれぞれ(a) の一部分を拡大して示したものである。以下、同図を用いて画像から移動体を抽出する原理について説明する。

【0039】(a) に示されるように、画像における静止（背景）領域30のオプティカルフロー31は、共通の動き中心点32を持っている。一方、観測系と異なる方向に直進運動をする移動体33のオプティカルフロー34はこれとは異なる動き中心点35を持っている。このため、(b), (c) に示されるように、移動体33と背景が共に含まれる領域（以下、移動体領域）36において動き中心点37を推定した場合の推定残差38は、背景領域31のみで動き中心点32を推定した場合

の推定残差 3 9 に比べて大きくなる。

【0040】このように画像における背景領域と移動体領域とでは、それぞれ動き中心点を推定したときの推定残差が異なる大きくなることが分かる。従って、画像を小領域に分解し、各小領域において動き中心点を推定して、動き中心点の推定残差をそれぞれ解析することで対象とする小領域に移動体が含まれるかどうかが判定でき、画像から移動体が含まれる領域を抽出することが可能になる。

【0041】図6は、上述した原理に基づいて画像から移動体を抽出する図1中の移動体領域抽出部3の構成を示すブロック図である。この移動体領域抽出部3は、小領域設定部41、動き中心点推定部42、総合推定残差計算部43、移動体候補領域検出部44を有している。以下、移動体領域抽出部3の動作について図7に示すフローチャートを参照して説明する。

【0042】小領域設定部41は、例えば画像中に含まれる移動体を個別に抽出することができるよう、オプティカルフローが得られた画像の全体または一部を所定の小領域に分割する。具体的には、小領域設定部41は、例えば検出対象とする移動体（識別対象以外の物体を含む）の大きさ、必要とされる最小検出距離、観測系すなわち自律自動車の移動速度などに基づいて、画像を分割する単位である小領域の大きさ等の情報を設定し、この情報を小領域情報として動き中心点推定部42および総合推定残差計算部43に出力する（ステップS31）。なお、この小領域情報は図1中の移動体識別部4にも出力される。

【0043】動き中心点推定部42は、小領域設定部41から出力される小領域情報に基づいて、画像中の任意の小領域における動き中心点を推定して、総合推定残差計算部43に出力する（ステップS32）。

【0044】具体的には動き中心点推定部42は、まず動き中心点を推定すべき小領域について、この小領域に含まれる各画素点のオプティカルフローを図3中のオプティカルフローメモリ25からそれぞれ読み出す。次に動き中心点推定部42は、各画素点のオプティカルフローを直線の式に変換し連立させた連立方程式を解くことによって動き中心点を推定し、この動き中心点の位置を総合領域残差計算部43に出力する。

【0045】ここで、各画素点のオプティカルフローを変換した直線の方程式を  $a_i x + b_i y + c_i = 0$  とした場合、動き中心点の位置は方程式  $AX + C = 0$  の解  $X = (x_f, y_f)$  として表され、動き中心点推定部43は解  $X$  を例えば特異値分解法などの数値計算法を用いて算出する。なお、動き中心点を推定すべき小領域に含まれているオプティカルフローの数を  $n$  とした場合、 $A$ 、 $C$  は、それぞれ以下の式で示されるものとする。

【0046】

【数2】

$$A = \begin{bmatrix} a_1, a_2, \dots, a_n \\ b_1, b_2, \dots, b_n \end{bmatrix}^T$$

$$C = [c_1, c_2, \dots, c_n]^T$$

【0047】総合推定残差計算部43は、動き中心点推定部42から出力された動き中心点の推定残差を計算する（ステップS33）。具体的には、総合推定残差計算部43は  $\|AX + C\|$  を計算し、得られた値を対象とする小領域における動き中心点の推定残差（以下、総合推定残差と称する）として、移動体候補領域検出部44に出力する。

【0048】動き中心点推定部42および総合推定残差計算部43は、以上のステップS32、33を画像中の画像中の全ての小領域に対して行う（ステップS34）。すなわち、各小領域における総合推定残差が移動体候補領域検出部44に順次出力される。

【0049】移動体候補領域検出部44は、総合推定残差計算部43から出力される各小領域の総合推定残差と予め定められたしきい値とをそれぞれ比較し、総合推定残差がしきい値より大きい小領域を識別対象（例えば人間もしくは自動車）を含む可能性のある領域（以下、移動体候補領域）として順次出力する。しきい値は、例えば小領域の大きさ、検出対象とする移動体（識別対象以外の物体を含む）の大きさ、観測系すなわち自律自動車の移動速度などに基づいて設定される。

【0050】ところで、このようにして移動体領域抽出部3から出力される移動体候補領域は、小領域の集合として得られる。しかし、本実施形態においては画像を所定の小領域に分割して処理を行うため、画像を分割する際に移動体の一部が欠落したり、最終的に得られた移動体候補領域に背景領域の一部が混入する可能性が高い。また、自律自動車のように観測系が移動している場合、移動体と背景領域との干渉（隠れ）や、移動中の姿勢の推移等による見え方の変化が生じていると推定される。

【0051】従って、本実施形態においては移動体の輪郭エッジ等の形状情報を安定に得ることが保証されず、従来のように形状モデルを画像に当てはめるという認識手法を用いても移動体の識別をすることは困難である。そこで、本実施形態では以下に述べるように移動体の動きから得られる特徴の違いに基づいて移動体を識別する。

【0052】図8および図9は、本実施形態において取得された画像の例を示したものである。図8は自律自動車の前方の道路を人間が横切っている場合を表し、図9は自律自動車の前方の道路を自動車が横切っている場合を表している。図8に示すように人間51は、頭52、上半身53、足54、腕55などの各々独立した部分剛体の集合とみなすことができる。人間50が移動した場

合、頭52は例えば人間50が周囲を見回す際の回転運動等が含まれるが、頭52を含めた上半身52はその進行方向への並進移動として検知される。これに対して足54、腕55は、それぞれ人間51の歩行によって生じる上下運動による動きが検知される。

【0053】一方、図9に示すように自動車61は進行方向に並進移動を行う単一の剛体として検知される。なお、厳密に言えば車輪62の部分は高速回転運動を行っているが、通常のカメラのフレームレートは30枚/s程度であり、この高速回転運動の動きは検知されず、車体と同様に並進移動として検知される。

【0054】従って、移動体候補領域に含まれるオプティカルフローが検出された画素点（以下、検出点）に着目し、各検出点における明度、オプティカルフロー方向（以下、フロー方向）もしくはエッジ強度などの分布を見た場合、移動体候補領域に人間が含まれるときは複数の部分剛体の分布の重ね合わせとなるため、例えばフロー方向の分散が大きくなり、移動体候補領域に自動車が含まれるときは単一の剛体の分布となるため、例えばフロー方向の分散は小さくなる。

【0055】図10および図11は、このような検出点の分布の例をそれぞれ9サンプルずつ示したものである。図10の(a)～(i)は移動体候補領域に人間が含まれる場合を示し、図11の(a)～(i)は移動体候補領域に自動車が含まれる場合を示している。なお図10、図11の(a)～(i)の各々において、X軸は明度(0～255)、Y軸はフロー方向(0°～360°)、Z軸はエッジ強度(0～255)を表している。図10および図11に示されるように、人間が含まれる場合はフロー方向の広がりが大きいのに対して、自動車が含まれる場合はフロー方向の広がりが小さく、ほぼ平坦であることが分かる。

【0056】以上述べたように、移動体候補領域に含まれている移動体の種類によって、移動体候補領域における各検出点の明度、フロー方向、エッジ強度等の分布が異なることが分かる。このような移動体の種類による分布の違いを定量的に示すために、例えば多変量解析の手法の一つである主成分分析を行うことを考える。主成分分析とは、いくつかの説明変量 $x_1, x_2, \dots$ の総合的特性を $a_i x_1 + b_i x_2 + \dots$ のように少数の一次式で表現する手法であり、この式で示される統合化変数は主成分と呼ばれる。

【0057】以下の例では、検出点の明度およびフロー方向の二つを説明変量として主成分分析を行い、このときの第1主成分を直線の方程式として表現する。具体的には、主成分分析の対象とする移動体候補領域における各検出点の明度とフロー方向とに関する分散共分散行列の固有方程式を解いて二つの固有値を求め、この固有値のなかで最大値に対応する固有ベクトルを第一主成分として算出する。ここで、仮に移動体候補領域の一部分に

背景領域が混入していたり、移動体の一部が欠落している場合でも、第1主成分の方向は大きく変動せずに安定して算出される。

【0058】このようにして算出された第1主成分の例を図12および図13に示す。なお、図12は移動体候補領域に人間が含まれる場合、図13は移動体候補領域に自動車が含まれる場合を示し、それぞれ横軸は明度、縦軸はフロー方向を表している。

【0059】図12に示されるように人間が含まれる場合、第1主成分の方向は傾きの大きい直線となる。また、図13に示されるように自動車が含まれる場合、第1主成分の方向はほぼ水平な直線となり、移動体候補領域に含まれる移動体が人間の場合と自動車の場合とでは、算出される第1主成分の方向が異なることが分かる。

【0060】一方、主成分の周囲のデータのばらつきの小ささは、固有値の和に対する固有値の比（以下、寄与率と称する）として求めることができる。図12および図13に示されるように第1主成分の寄与率は、移動体候補領域に人間が含まれる場合は小さくなり、自動車が含まれる場合は大きくなることが分かる。

【0061】以上述べた通り、主成分分析を行ったときの第1主成分の方向および寄与率の値は、それぞれ移動体候補領域に含まれる移動体の種類（上記の例では人間と自動車）によって大きく異なっている。そこで、本実施形態では移動体候補領域における各検出点について例えば明度とフロー方向とに関する主成分分析を行い、この結果得られる第一主成分および寄与率をそれぞれ解析することで移動体の識別を行う。

【0062】図14は、上述したような方法を用いて移動体の識別を行う図1中の移動体識別部4の構成を示すブロック図である。この移動体識別部4は、識別対象判定部71、データ解析部72、および識別判定部73を有している。以下、移動体識別部4の動作について図15に示すフローチャートを参照して説明する。

【0063】識別対象判定部41は、移動体候補領域およびオプティカルフローに基づいて、移動体候補領域に含まれる移動体が識別対象（例えば人間もしくは自動車）であるかどうかの判定を行う（ステップS41）。

具体的には、移動体候補領域全体の大きさと移動体候補領域内の検出点のフロー方向の平均とを計算し、移動体候補領域全体の大きさが予め設定されたしきい値以上で、かつフロー方向の平均が水平となる（前方を横切っていることを示す）場合に移動体候補領域内に識別対象が存在していると判定する。

【0064】この判定結果に基づいて識別対象判定部41は以下の処理を行う（ステップS42）。すなわち、識別対象が存在すると判定された場合は、その旨をデータ解析部72に出力し、存在しないと判定された場合は、未知の物体が進入した可能性があるとして例えれば自

律自動車の制御部等に警告信号を出力する（ステップS43）。

【0065】データ解析部72は、識別対象判定部72から識別対象を含む旨を示す判定結果が出力されると、小領域における各検出点について明度とフロー方向に関する主成分分析を行い、得られる第一主成分の方向および寄与率を識別判定部73に出力する（ステップS44）。

【0066】識別判定部73は、データ解析部72から出力される第一主成分の方向および寄与率をそれぞれ予め定められた範囲の値と比較して、小領域に含まれる移動体の種類（例えば人間もしくは自動車）を識別して（ステップS45）、この識別結果を例えば自律自動車の制御部に出力する（ステップS46）。

【0067】以上述べたとおり本実施形態によれば、例えば市街地における自律自動車の道路走行において、自律自動車の前方を横切る移動体を検出し、さらにこの移動体が人間、自動車、もしくはそれ以外であるかを識別することができる。従って、検出された移動体の種類によって種々の異なった動作を行うことが可能になる。例えば、移動体が速度の遅い人間の場合は、自律自動車を減速もしくは一時停止させる、または警笛を鳴らす等の動作を切り替えることができ、自律自動車を安全に走行させることができる。

【0068】本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、次のように種々変形して実施することができる。

（1）上記実施形態では、1つの撮像装置によって時系列画像を取得したが、2つまたはそれ以上の撮像装置を例えばステレオ構成になるように設置し、これらの撮像装置によって取得された複数の時系列画像に基づいて移動体の識別を行うようにしてもよい。このようにすると移動体までの距離に関する情報を解析することができるので、移動体の検知および識別の精度を向上させることができる。

（2）上記実施形態では、主成分分析によって得られる第1主成分および寄与率に基づいて識別を行ったが、第1主成分もしくは寄与率のいずれか一方のみを用いて識別を行ってもよく、このようにすることで処理の高速化をはかることができる。

（3）上記実施形態では、主成分分析を行った結果に基づいて識別を行ったが、フロー方向の平均値もしくは分散値を求めて、これらの値のいずれか一方もしくは両方を用いて識別を行うようにしてもよい。

（4）上記実施形態では、検出点の明度とフロー方向に関する主成分分析を行ったが、フロー方向とフロー長さに関する主成分分析を行うようにしてもよい。このようにすると、例えば人間と自動車との識別をする場合は、人間は複数の剛体の集合として構成されるため特徴空間における広がりが大きくなるのに対し、自動車は單

一の剛体から構成されるため、フロー長さおよびフロー方向の値はいずれもほぼ一定であり、特徴空間における広がりが小さくなる。

【0069】さらに、検出点の明度、フロー方向、フロー長さ以外に、例えば検出点のエッジ強度、カラー値等の他の属性情報を説明変量として組合せ、例えばより高次元の特徴空間における統計分析に基づいて識別を行うようにしてもよい。このようにすることで、より精度の高い識別が可能になる。

10 (5) 上記実施形態では、時系列画像蓄積部1において時系列画像をアナログ信号として取得し、動き情報検出部2において時系列画像をデジタル信号に変換した後に動き情報の検出を行ったが、時系列画像蓄積部1において時系列画像のアナログ-デジタル変換を行う、もしくは時系列画像をデジタル信号として取得するようにしてもよい。

(6) 上記実施形態では、撮像装置によってリアルタイムで時系列画像を取得したが、例えばビデオテープなどの蓄積媒体に記録されている時系列画像に基づいて移動体の検出および識別を行うようにしてもよい。

(7) 上記実施形態では、直進する観測系の前方を横切る移動体について検出および識別を行う場合について説明したが、観測系の前方を垂直に移動する移動体、もしくは観測系の前方を観測系の移動方向とは異なる方向に移動する移動体等について、個別にもしくは組み合わせて検出および識別を行うようにしてもよい。

#### 【0070】

【発明の効果】以上の通り本発明によれば、時系列画像から検出した動き情報に基づいて移動体を識別することで、従来のように移動体の形状情報に依存することなく、簡便に安定して移動体の識別が可能である移動体識別装置および方法が提供される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る移動体識別装置の構成を示すブロック図

【図2】同実施形態の動作を示すフローチャート

【図3】図1中の動き情報検出部の構成を示すブロック図

【図4】動き情報検出部の動作を示すフローチャート

40 【図5】同実施形態における移動体の抽出原理を説明するための図

【図6】図1中の移動体領域抽出部の構成を示すブロック図

【図7】移動体領域抽出部の動作を示すフローチャート

【図8】同実施形態において取得された画像の例を示す図

【図9】同実施形態において取得された画像の例を示す図

【図10】同実施形態において人間を含む場合の分布の例

【図11】同実施形態において自動車を含む場合の分布の例

【図12】同実施形態において人間を含む場合の主成分分析の例

【図13】同実施形態において自動車を含む場合の主成分分析の例

【図14】図1中の移動体識別部の構成を示すブロック図

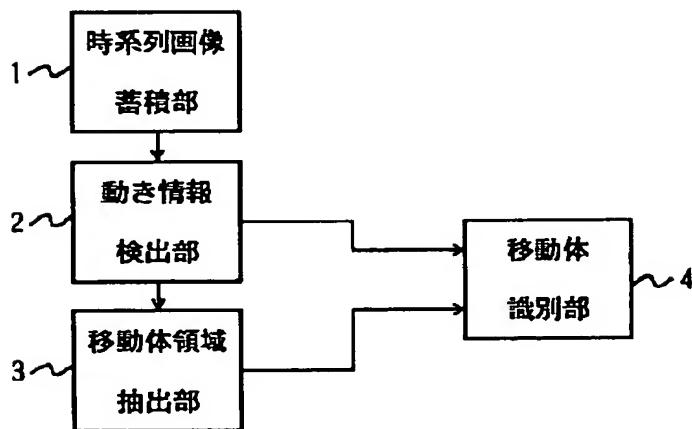
【図15】移動体識別部の動作を示すフローチャート

【符号の説明】

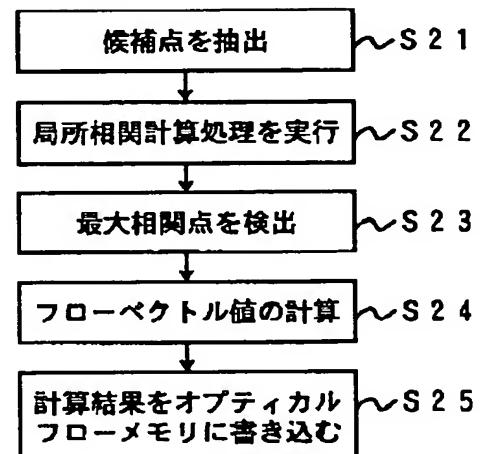
1…時系列画像蓄積部, 2…動き情報検出部, 3…移動体領域抽出部, 4…移動体識別部, 21…候補点抽出

部, 22…局所相関値計算部, 23…最大相関点検出部, 24…オプティカルフロー計算部, 25…オプティカルフローメモリ, 30…静止領域, 31…オプティカルフロー, 32…動き中心点, 33…移動体, 34…オプティカルフロー, 35…動き中心点, 36…移動体領域, 37…動き中心点, 38…推定残差, 39…推定残差, 41…小領域設定部, 42…動き中心点推定部, 43…総合推定残差計算部, 44…移動体候補領域検出部, 51…人間, 52…頭, 53…上半身, 54…足, 55…腕, 61…自動車, 62…車輪, 71…識別対象判定部, 72…データ解析部, 73…識別判定部

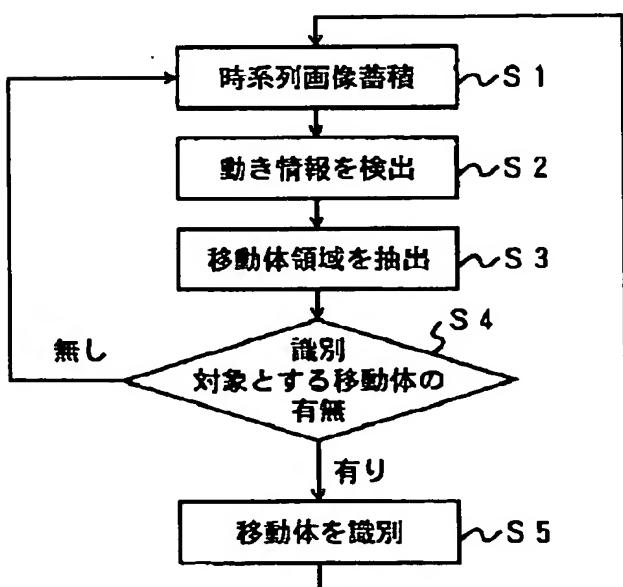
【図1】



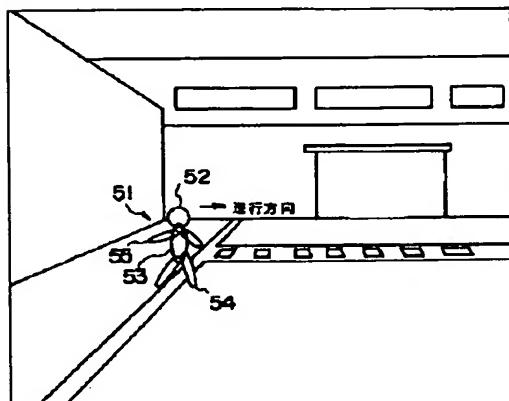
【図4】



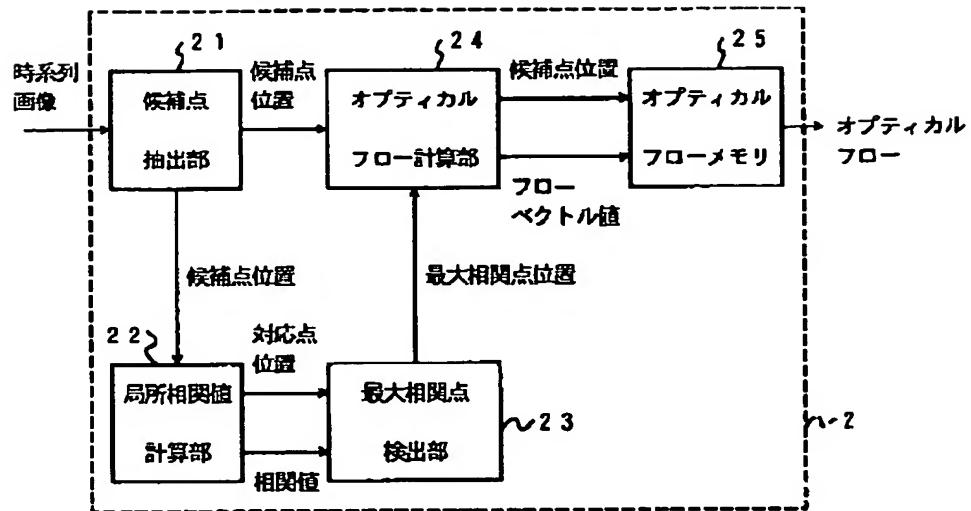
【図2】



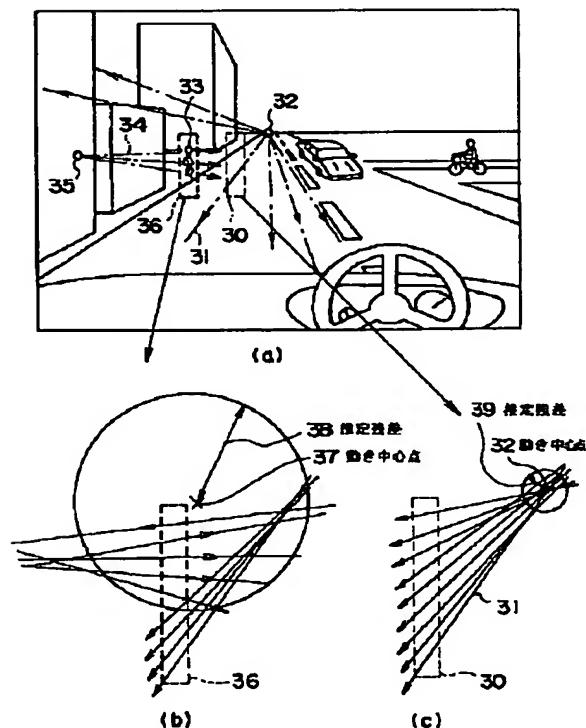
【図8】



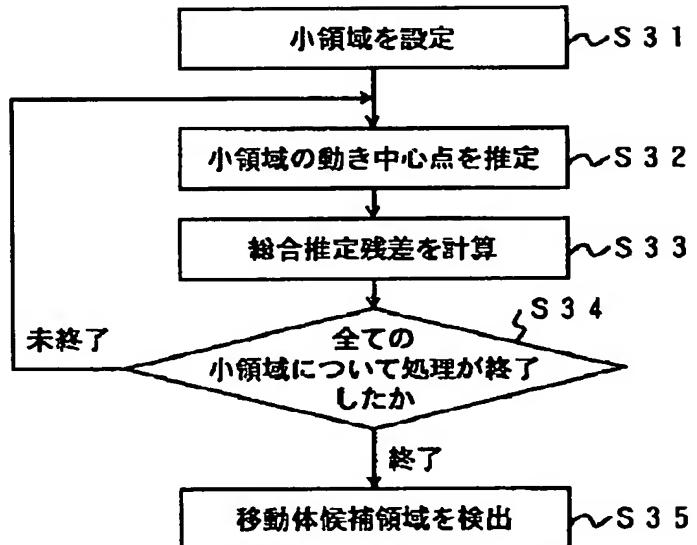
【図3】



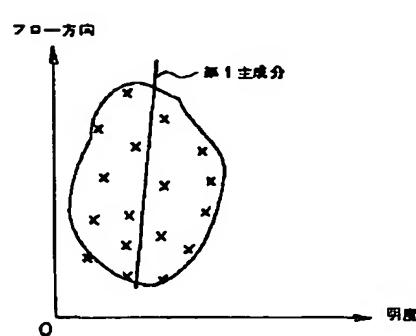
【図5】



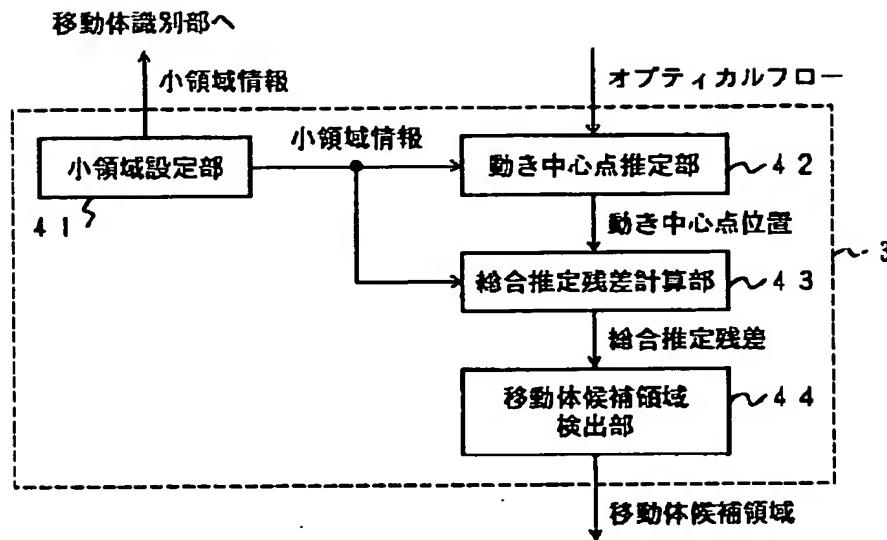
【図7】



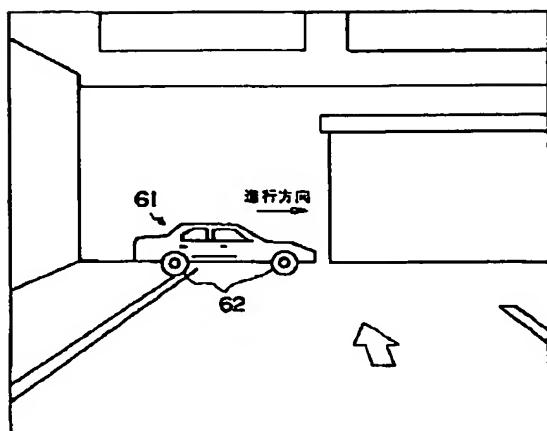
【図12】



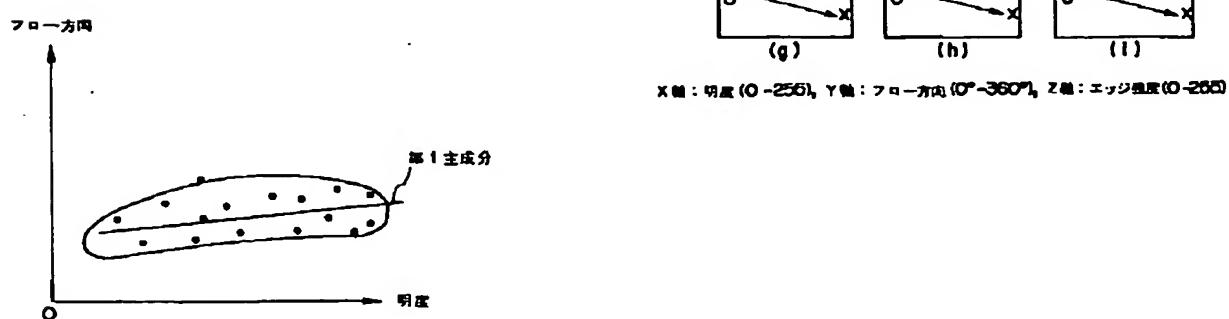
【図6】



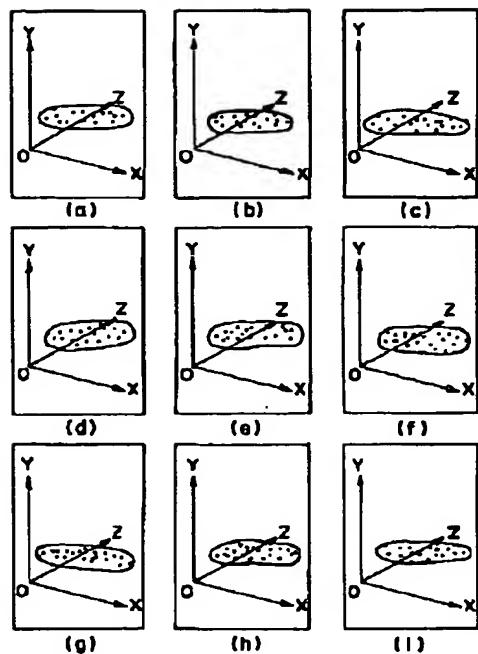
【図9】



【図13】

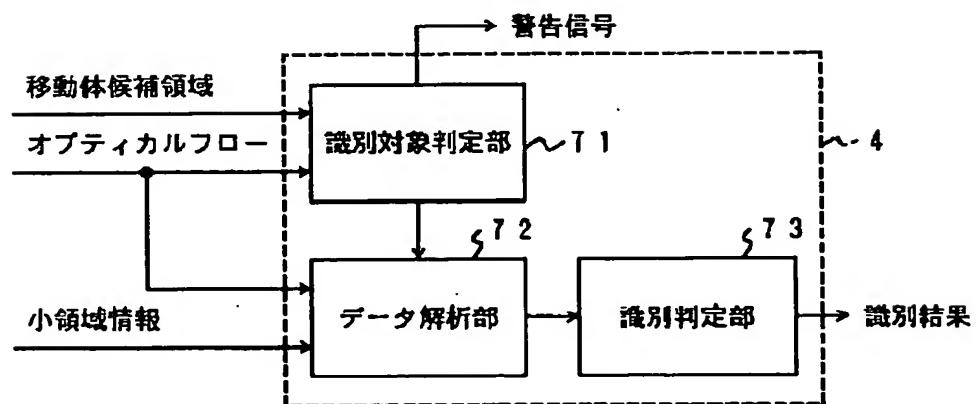


【図11】



X軸：明度 (0-255), Y軸：フロー方向 (0°-360°), Z軸：エッジ強度 (0-255)

【図14】



【図15】

